

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(11) DE 32 28 680 A 1

(51) Int. Cl. 3:

F 02 D 15/00

F 02 D 13/00

(71) Anmelder:

Schwenk, Herwart, 7312 Kirchheim, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Verfahren zur inneren Verbrennung eines Stoffgemisches in einem Kolben-Verbrennungsmotor und
Verbrennungsmotor zum Durchführen des Verfahrens

DE 32 28 680 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur inneren Verbrennung eines Stoffgemisches in einem Kolben-Verbrennungsmotor, bei dem im Zuge einer den Brennraum vergrößernden Füllbewegung des Kolbens ein Unterdruck im Brennraum erzeugt wird, 5 dieser mit mindestens einem gasförmigen Bestandteil des Stoffgemisches gefüllt wird, das Stoffgemisch bei einer dieser Bewegung entgegengesetzten Bewegung des Kolbens im Brennraum komprimiert, gezündet und für die Arbeitsleistung des Kolbens expandiert wird und bei welchem Verfahren die 10 Füllmenge des gasförmigen Bestandteils und/oder die Menge eines vorzugsweise als Energieträger für das Stoffgemisch vorgesehenen flüssigen oder gasförmigen zweiten Bestandteils desselben in Abhängigkeit von der Motorleistung gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um die Füllmenge des gasförmigen 15 ersten Bestandteils des Stoffgemisches unabhängig von der Leistungssteuerung wesentlich herabzusetzen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Maßnahmen getroffen werden, durch die 20 bei der Füllbewegung des Kolbens ein zusätzlicher Unterdruck erzeugt wird, der sich im wesentlichen nur auf den Brennraum beschränkt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Füllung herabsetzender zusätzlicher Unterdruck durch Schließen eines Absperrorgans erzeugt wird, das 25 im Bereich der Einlaßöffnung angeordnet ist, durch die der gasförmige erste Bestandteil in den Brennraum eintritt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Motor mit Steuerorganen zur arbeitstaktmäßig erfolgenden Steuerung des Gaswechsels das der Einlaßöffnung zugeordnete Steuerorgan als Absperrorgan zum Erzeugen des

zusätzlichen Unterdrucks benutzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Motor mit einem steuerbaren Einlaßventil dieses für das Erzeugen des zusätzlichen Unterdrucks während eines beträchtlichen Teils der Füllbewegung des Kolbens in der die Einlaßöffnung verschließenden Schließstellung gehalten wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Hubkolbenmotor das Einlaßventil für den Füllhub bereits weit vor Erreichen des dem Ende des Füllhubes zugeordneten unteren Kolben-Totpunkts geschlossen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Hubkolbenmotor das Einlaßventil erst weit nach dem Beginn des Füllhubes zugeordneten oberen Totpunkt des Kolbens geöffnet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Einlaßventil bei einem Drehwinkel der Kurbelwelle von weniger als $n \cdot 10^\circ$ nach dem dem Beginn des Füllhubes des Kolbens zugeordneten oberen Totpunkt geschlossen wird, wobei n eine der ganzen Zahlen von eins bis siebzehn bedeutet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Einlaßventil bei einem Drehwinkel der Kurbelwelle von weniger als 120° nach dem oberen Totpunkt, vorzugsweise von weniger als 90° nach dem oberen Totpunkt, geschlossen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Unterdruck durch eine in der Gasführung nahe vor der Einlaßöffnung des Brennraums angeordnete Drosseleinrichtung erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß eine steuerbare Drosselleinrichtung verwendet und deren
Drosselwirkung vorzugsweise drehzahlabhängig gesteuert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem Hubkolbenmotor, bei dem Luft als gasförmiger
erster Bestandteil des Stoffgemisches im Brennraum kompri-
miert wird, als zusätzliche Maßnahme zum Herabsetzen der
Füllmenge ein Teil der Luft während der komprimierenden Be-
wegung des Kolbens aus dem Brennraum abgeblasen wird.

10 13. Kolbenverbrennungsmotor zum Durchführen des Verfah-
rens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 mit einer für die
Steuerung der Motorleistung vorgesehenen Einrichtung zum
Beeinflussen der Füllmenge des gasförmigen ersten Bestand-
teils des Stoffgemisches, der bei der Füllbewegung
15 des Kolbens dem Brennraum zuführbar ist, gekennzeichnet
durch eine die Füllmenge unabhängig von der Leistungs-
steuerung wesentlich herabsetzende Begrenzereinrichtung.

14. Motor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß
als Begrenzereinrichtung eine bei der Füllbewegung des Kol-
bens (15) einen zusätzlichen Unterdruck im Brennraum (21)
20 erzeugende Einrichtung vorgesehen ist.

15. Motor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß
die Begrenzereinrichtung ein im Bereich der Einlaßöffnung
des Brennraums (21) angeordnetes, steuerbares Absperrorgan
25 aufweist, das während eines wesentlichen Teils der Füllbe-
wegung des Kolbens (15) in die Schließstellung überführbar
ist.

16. Motor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß
bei einem Motor mit einem der Steuerung des Gaswechsels die-
30 nenden, mittels einer Ventilsteuerung betätigbaren Einlaß-

ventil (19) dieses als Absperrorgan zum Erzeugen des zusätzlichen Unterdrucks vorgesehen und durch die Ventilsteuerung während eines wesentlichen Teils der Füllbewegung des Kolbens (15) in die Schließstellung steuerbar ist.

5 17. Motor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzereinrichtung eine Drosseleinrichtung (43, 45) aufweist, die in dem der Zufuhr des gasförmigen ersten Bestandteils dienenden Saugrohr, der Einlaßöffnung eng benachbart, angeordnet ist.

10 18. Motor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine steuerbare Drosseleinrichtung in Form eines Drosselventils (45), eines Drehschiebers oder einer Drosselklappe vorgesehen ist.

19. Motor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Motor mit einem für die Steuerung des Gaswechsels dienenden, durch eine Ventilsteuerung betätigbaren Einlaßventil (19) dieses als Drosseleinrichtung vorgesehen und durch die Ventilsteuerung mit nur geringem, vorzugsweise drehzahlabhängig veränderbarem Öffnungshub betätigbar ist.

20 20. Motor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Motor, bei dem Luft als gasförmiger erster Bestandteil des Stoffgemisches im Brennraum (21) komprimiert wird, eine das Abblasen von Luft aus dem Brennraum (21) während der komprimiernden Bewegung des Kolbens (15) ermöglichtende Begrenzereinrichtung vorgesehen ist.

21. Motor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Motor mit einem zur Steuerung des Gaswechsels dienenden, mittels einer Ventilsteuerung betätigbaren Auslaßventil (20) dieses als Begrenzereinrichtung zum Abblasen komprimierter Luft vorgesehen und durch die Ventilsteuerung während eines Teils der komprimierenden Bewegung des Kolbens (15) in die Offenstellung überführbar ist.

22. Motor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Zweitakt-Hubkolbenmotor ein arbeitstaktmäßig steuerbares Abblasventil (53) vorhanden ist, über das Luft während des komprimierenden Hubes des Kolbens (15) ausblasbar ist.

23. Motor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Abblasventil (53) in den Brennraum (21) mit einer vom Kolben (15) überfahrbaren Schlitzöffnung (55) mündet, die so angeordnet ist, daß sie vom Kolben (15) im Zuge des komprimierenden Hubes vor Erreichen des oberen Kolben-Totpunktes (OT) verschlossen ist.

6

Reg.-Nr. 126 561

Dr.-Ing. Wolff †
H. Bartels
~~Dipl.-Konsulent Dr. Brandes~~
Dr.-Ing. Held
~~Dipl.-Konsulent Dr. Brandes~~

Herwart SCHWENK
Lindachallee 9, 7312 Kirchheim/Teck

Verfahren zur inneren Verbrennung
eines Stoffgemisches in einem
Kolben-Verbrennungsmotor und
Verbrennungsmotor zum Durchführen
des Verfahrens

ZUGELASSENE VERTRETER E
EUROPÄISCHEN PATENTAMT
REPRESENTATIVES BEFORE THE
EUROPEAN PATENT OFFICE
MANDATAIRES PRES L'OFFICE
EUROPEEN DES BREVETS

Lange Str. 51, D-7000 Stuttgart
Tel. (0711) 29 6310 u. 29 7295
Telex 0722312 (patwo d)
Telegrammadresse:
tx 0722312 wolff stuttgart
PA Dr. Brandes: Sitz München
TECHN. BEISTAND/OF COUNSEL
Dipl.-Chem. Dr. Brandes

27. Juli 1982
487375 kws

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur inneren Verbrennung eines Stoffgemisches in einem Kolben-Verbrennungsmotor, bei dem im Zuge der den Brennraum vergrößernden Füllbewegung des Kolbens ein Unterdruck im Brennraum erzeugt wird und dieser mit mindestens einem gasförmigen Bestandteil des Stoffgemisches gefüllt wird, das Stoffgemisch bei einer dieser Bewegung entgegen gesetzten Bewegung des Kolbens im Brennraum komprimiert, gezündet und für die Arbeitsleistung des Kolbens expandiert wird und bei welchem Verfahren die Füllmenge des gasförmigen Bestandteils und/oder die Menge eines vorzugsweise als Energieträger für das Stoffgemisch vorgesehenen flüssigen oder gasförmigen zweiten Bestandteils desselben in Abhängigkeit von der Motorleistung gesteuert wird. Außerdem betrifft die Erfindung einen Verbrennungsmotor zum Durchführen eines solchen Verfahrens.

In Anbetracht der weltweiten Anwendung derartiger Verfahren für den Betrieb von Verbrennungsmotoren ist bekanntlich das Erzielen eines möglichst hohen Wirkungsgrades, d.h. eine möglichst gute Ausnutzung des als Energieträger

vorgesehenen Kraftstoffs, von überragender wirtschaftlicher Bedeutung, zumal die Ressourcen an geeigneten Energieträgern begrenzt sind. Es ist daher üblich, Verbrennungsmotoren so-
wohl so auszulegen und zu betreiben, daß die äußere Motor-
5 Verlustleistung, d.h. der Aufwand für Reibung, Betrieb von Hilfsmaschinen usw., möglichst gering bleibt als auch für einen möglichst hohen thermischen Wirkungsgrad beim Verbrennungsverfahren zu sorgen. Eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrads versucht man beispielsweise durch Verwendung
10 thermisch höher belastbarer Bauteile zu erreichen, die einen sicheren Betrieb des Motors bei geringerer Abfuhr von Wärmeenergie über das Kühlsystem ermöglichen sollen. Ferner ist es bekannt, den thermischen Wirkungsgrad durch Vergrö-
ßern des Verdichtungsverhältnisses zu erhöhen. Ein besserer
15 Wirkungsgrad ergibt sich dabei u.a. deshalb, weil bei größe-
rem Verdichtungsverhältnis die Teilchen des Stoffgemisches bei der komprimierenden Bewegung des Kolbens enger zusammen-
gedrückt und heißer werden, so daß es zu einer besseren Ver-
mischung zwischen dem ersten gasförmigen Bestandteil und dem
20 als Energieträger vorgesehenen zweiten Bestandteil kommt, dies insbesondere, wenn es sich um einen flüssigen Energieträger handelt, dessen Kraftstoff-Tröpfchen dabei weitergehend vergast werden, wodurch die Verbrennung rascher und vollkommener ver-
läuft. Außerdem hat der bei größerem Verdichtungsverhältnis
25 relativ kleinere Verdichtungsraum eine kleinere kühlende Oberfläche, so daß der Wärmeverlust über die Motorwände an das Kühlsystem entsprechend geringer ist.

Den bekannten, den thermischen Wirkungsgrad erhöhenden Maßnahmen sind jedoch verhältnismäßig enge Grenzen gesetzt.
30 Wird versucht, möglichst wenig Wärme über das Kühlsystem abzuführen, so leidet, auch wenn thermisch hoch belastbare Bauteile verwendet werden, die Standfestigkeit des Motors im Betrieb. Die Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses hat ebenfalls Grenzen. Beispielsweise ist das Verdichtungsver-
hältnis eines Otto-Motors nach oben begrenzt durch die For-
derung nach "kloppfreiem Lauf". Bei einem Diesel-Motor er-

gibt sich eine entsprechende Begrenzung durch die Forderung nach nicht zu hoher Beanspruchung der Triebwerksteile, leichter und billiger Bauart des Motors und nicht zu rauhem Lauf.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verbrennungsverfahren der in Rede stehenden Art anzugeben, bei dessen Anwendung eine über das bei den üblichen Verfahren Erreichbare weit hinausgehende zusätzliche Verbesserung des Wirkungsgrades erreichbar ist.

10 Diese Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um die Füllmenge des gasförmigen ersten Bestandteils des Stoffgemisches unabhängig von der Leistungssteuerung wesentlich herabzusetzen. Diesem Verfahren liegt der allgemeine Gedanke zugrunde, das Verbrennungsverfahren so zu gestalten, daß das verbrennende Stoffgemisch innerhalb des Brennraums weit vollständiger expandiert werden kann, als dies bei den üblichen Verfahren möglich ist. Dadurch, daß erfindungsgemäß mit äußerst geringer Füllung gearbeitet wird, steht innerhalb des Brennraums im Verhältnis zur Füllmenge, d.h. zum Volumen der Füllung, ein größeres Expansionsvolumen (das dem Hubraumvolumen entspricht) zur Verfügung, d.h., es ist die Möglichkeit geschaffen, daß das verbrennende Stoffgemisch während der Arbeitsabgabe stärker expandieren kann. Das Herabsetzen der Füllmenge, d.h. das Vergrößern des Expansions- oder Hubraumvolumens gegenüber dem Füllmengenvolumen, bewirkt aufgrund der besser ausgenutzten Expansion eine vollständigere Energieumsetzung innerhalb des Systems. Der Energieinhalt des stärker entspannten und daher kühleren Abgases ist geringer als bei den üblichen Verfahren. Es ergibt sich nicht nur eine geringere Verlustwärmeverfuhr aufgrund der verringerten Abgastemperatur, sondern es ist auch durch den Kolben eine geringere Arbeit für das Ausstoßen des Abgases aufzuwenden, da wegen der vollständigen Entspannung ein geringerer Gas-Gegendruck oder Abgas-

Restdruck vorhanden ist, der beim Ausstoßen überwunden werden muß. Außerdem ist das Auspuffgeräusch aufgrund der dem Ausstoßen vorausgehenden, starken Expansion der Gase wesentlich vermindert.

5 Die zusätzlichen Maßnahmen, um die gewünschte Füllmenge unabhängig von der Leistungssteuerung herabzusetzen, können darin bestehen, daß bei der den Brennraum vergrößernden Füllbewegung des Kolbens ein zusätzlicher Unterdruck erzeugt wird, der sich im wesentlichen nur auf den Brennraum be-
10 schränkt. Es werden dabei also Maßnahmen getroffen, die den Zustrom des gasförmigen Bestandteils zum Brennraum behindern, wobei diese Maßnahmen, um den zusätzlichen Unterdruck nur auf den Brennraum zu beschränken, unmittelbar im Bereich der Einlaßöffnung desselben zur Anwendung gebracht werden. Dem-
15 entsprechend handelt es sich um Maßnahmen, die sich von den üblicherweise zur Leistungssteuerung vorgesehenen, die Füllmenge beispielsweise durch Drosselwirkung beeinflussenden Maßnahmen, etwa Drosselklappen von Vergasern oder Einspritzanlagen, die an den Gaswegen in einem größeren Abstand von
20 der Einlaßöffnung des Brennraums angeordnet sind, unterscheiden. Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann ein die Füllmenge herabsetzender, zusätzlicher Unterdruck im Brennraum durch Schließen eines Absperrorgans erzeugt werden, das im Bereich der Einlaßöffnung angeordnet ist. Bei einem Motor mit Steuer-
25 organen zur arbeitstaktmäßig erfolgenden Steuerung des Gaswechsels, insbesondere einem Viertakt-Motor, kann dabei das der Einlaßöffnung zugeordnete Einlaßventil als Absperrorgan zum Erzeugen des zusätzlichen Unterdrucks benutzt werden, indem das Einlaßventil so gesteuert wird, daß es während
30 eines beträchtlichen Teils der den Brennraum vergrößernden Füllbewegung des Kolbens geschlossen gehalten wird.

Anstelle eines im Bereich der Einlaßöffnung vorgesehenen Absperrorgans, beispielsweise eines Einlaßventils, kann der

Unterdruck auch durch eine in der Gasführung nahe vor der Einlaßöffnung des Brennraums angeordnete Drosselleinrichtung erzeugt werden. Dabei kann eine steuerbare Drosselleinrichtung verwendet werden, deren Drosselwirkung beispielsweise 5 drehzahlabhängig gesteuert wird. Die Verwendung eines Absperrorgans, beispielsweise eines Einlaßventils, zum Erzeugen des zusätzlichen, die Füllmenge bei der Füllbewegung des Kolbens begrenzenden Unterdrucks hat jedoch gegenüber einer Einlaßdrossel den Vorteil, daß die bei der den Brennraum 10 vergrößernden Bewegung des Kolbens von diesem gegen den erzeugten Unterdruck zu leistende Arbeit bei der anschließenden komprimierenden Bewegung des Kolbens im wesentlichen wiedergewonnen wird, weil bei geschlossenem Absperrorgan der Unterdruck im Brennraum bei der komprimierenden Bewegung 15 des Kolbens so lange treibend wirkt, bis dieser zuvor aufgebaute Unterdruck im Zuge der komprimierenden Kolbenbewegung wieder abgebaut ist.

Anstatt einen zusätzlichen Unterdruck im Brennraum bei der füllenden Bewegung des Kolbens zu erzeugen, kann zum Herabsetzen der Füllmenge so vorgegangen werden, daß ein Teil 20 des gasförmigen ersten Bestandteiles, z.B. Luft, während der komprimierenden Bewegung des Kolbens aus dem Brennraum abblasen wird. Bei nach dem Viertakt-Prinzip arbeitenden Otto-Einspritzmotoren oder Diesel-Motoren kann das Abblasen 25 der Luft über das Auslaßventil erfolgen, das während der komprimierenden Bewegung des Kolbens für einen geeigneten Zeitraum geöffnet und sodann wieder geschlossen wird, bevor der Kraftstoff eingespritzt wird. Bei Zweitakt-Einspritzmotoren kann ein zusätzliches Abblasventil zu diesem Zweck 30 Verwendung finden.

Als wesentlich ist zu bemerken, daß die beim erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehenen Maßnahmen zur Füllmengenbegrenzung zusammen mit den bisher üblichen Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrads anwendbar sind. So kann bei-

5 spielsweise zusätzlich eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades durch Verwendung thermisch höher belastbarer Bauteile erreicht werden. Auch ist das Prinzip der Wirkungsgradverbesserung durch möglichst hohe Verdichtung ohne weiteres verwirklichbar, indem die Größe des Verdich-

10 tungsraums relativ zum Hubraumvolumen so gewählt wird, daß sich bei der erfindungsgemäß vorgesehenen, herabgesetzten Füllung der gewünschte Verdichtungsenddruck ergibt. Es ist ersichtlich, daß die beim erfindungsgemäßen Verfahren herabgesetzte Brennraumfüllung an sich eine Leistungs-

15 verringerung des Verbrennungsmotors bedeutet. Wegen des stark erhöhten Wirkungsgrades des Verfahrens wirkt sich diese Leistungseinbuße jedoch nicht besonders kraß aus und kann ohne weiteres durch Hubraumvergrößerung ausgeglichen werden.

20 Ein zum Durchführen des Verfahrens geeigneter Kolbenverbrennungsmotor mit einer für die Steuerung der Motorleistung vorgesehenen Einrichtung zum Beeinflussen der Füllmenge des gasförmigen ersten Bestandteils des Stoffgemisches, der bei der Füllbewegung des Kolbens dem Brennraum zuführbar ist, ist erfindungsgemäß durch eine die Füllmenge unabhängig von der Leistungssteuerung wesentlich herabsetzende Begrenzeinrichtung gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im einzelnen erläutert.

Es zeigen:

5

Fig. 1 und 2 Diagramme des Arbeits-
spiels eines Viertakt-Verbrennungs-
verfahrens gemäß dem Stande der Technik
bzw. gemäß einem Ausführungsbeispiel
des erfindungsgemäßen Verfahrens;

10

Fig. 3 einen im Bereich des Einlaßventils ver-
laufenden, stark schematisch vereinfacht
gezeichneten Vertikalschnitt eines Vier-
takt-Ottomotors für die Anwendung des er-
findungsgemäßen Verfahrens;

15

Fig. 4 einen der Fig. 3 ähnlichen Schnitt eines
Viertakt-Ottomotors zur Durchführung
eines abgewandelten Ausführungsbeispiels
des Verfahrens und

20

Fig. 5 einen stark schematisch vereinfacht ge-
zeichneten Vertikalschnitt eines Zwei-
takt-Ottomotors für Benzineinspritzung,
der für die Durchführung eines Ausfüh-
rungsbeispiels des erfindungsgemäßen Ver-
fahrens vorgesehen ist.

25

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Kurbelwelle 11 eines Vier-
takt-Verbrennungsmotors, deren Kurbel 6 durch eine Pleuel-
stange 7 mit dem Kolben 15 eines Zylinders 8 verbunden ist
und während des Betriebes des Motors in Richtung eines
Pfeiles 13 umläuft. Der Zylinder 8 weist ein Einlaßventil
30 19 und ein Auslaßventil 20 auf, die von den nicht darge-
stellten Nocken einer zur Ventilsteuерung vorgesehenen,

ebenfalls nicht dargestellten Nockenwelle, die während des Betriebes umläuft, gegen die Kraft von in Fig. 1 und 2 nicht dargestellten Ventilfedern geöffnet werden.

Die Winkelstellungen der Kurbel 6 sind auf einer Spirallinie 17 angegeben. Hierbei sind die von der Kurbel während des etwa zweimaligen Umlaufs in Richtung des Pfeils 13 nacheinander eingenommenen Stellungen wie folgt angegeben:

- EÖ Öffnen des Einlaßventils 19
- 10 OT oberer Totpunkt des Kolbens 15
- UT unterer Totpunkt des Kolbens 15
- ES Schließen des Einlaßventils 19
- ZZ Zündung des komprimierten Gasgemisches im Zylinder 8
- 15 AÖ Öffnen des Auslaßventils 20
- AS Schließen des Auslaßventils 20.

Das Arbeitsspiel beginnt bei der mit EÖ bezeichneten Kurbelstellung mit dem Öffnen des Einlaßventils 19. Bei geschlossenem Auslaßventil 20 wird bei der nun folgenden Drehbewegung der Kurbelwelle 11 in Richtung des Pfeils 13, wenn sich der Kolben 15 nach Überlaufen des oberen Kolben-Totpunkts OT nach abwärts bewegt, eine Gasmenge über das geöffnete Einlaßventil 19 zum Brennraum 21 zugeführt. Bei dem in Fig. 1 dargestellten üblichen Verfahren bleibt das Einlaßventil 19 geöffnet, bis die Drehstellung ES der Kurbel 6 von 35° bis 45° nach dem unteren Totpunkt UT erreicht ist. Bei nunmehr geschlossenem Einlaßventil 19 und Auslaßventil 20 wird durch die Bewegung des Kolbens 15 der Inhalt des Brennraums komprimiert und kurz vor Erreichen des oberen Totpunkts bei der Zündstellung ZZ gezündet. Während des nun anschließenden Arbeitshubs, in dessen Zuge sich der Kolben 15 vom oberen Totpunkt OT gegen den unteren Totpunkt UT hin bewegt, sind beide Ventile 19 und 20 geschlossen, bis

das Auslaßventil 20 etwa 45° vor Erreichen des unteren Totpunkts UT bei der Stellung AÖ öffnet. Das Auslaßventil 20 bleibt für das anschließend erfolgende Ausstoßen des abgebrannten Inhalts des Brennraums 21 nunmehr geöffnet, bis der Kolben 15 wieder den oberen Totpunkt OT überschritten hat und die Kurbelstellung AS erreicht ist. Die beim üblichen Verfahren angewandten Steuerzeiten der Ventile 19 und 20, wie sie in Fig. 1 eingezeichnet sind, sind beispielsweise aus "Lueger", Lexikon der Technik, 4. Aufl., Bd. 7, Seite 517, zu entnehmen. Fig. 1 zeigt den Kolben 15 während der Füllbewegung, wobei die Kurbel 6 eine Drehstellung von etwa 120° nach OT hat. Wie mit einer gestrichelten Linie 23 angedeutet ist, liegt diese Stellung etwa in der Mitte zwischen der Öffnungsstellung EÖ und der Schließstellung ES des Einlaßventils 19, so daß der Füllvorgang bei der weiteren Bewegung des Kolbens 15 bis zum unteren Totpunkt UT forgesetzt wird und es zu der beim bekannten Verfahren erstrebten, möglichst guten Füllung des Brennraums 21 kommt.

Von dem herkömmlichen Verfahren unterscheidet sich das erfindungsgemäße Verfahren, wie bereits erwähnt, dadurch, daß mit verringelter Füllung des Brennraums 21 gearbeitet wird. Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Herabsetzung der Füllmenge dadurch erreicht wird, daß das Einlaßventil 19, das für den Füllvorgang bei dem dargestellten Beispiel bei der gleichen Kurbelstellung EÖ wie beim herkömmlichen Verfahren geöffnet wird, wesentlich früher geschlossen wird als beim herkömmlichen 10 Verfahren. Der mit ES bezeichnete Schließpunkt liegt, wie aus Fig. 2 zu entnehmen ist, etwa 60° nach dem oberen Totpunkt OT. Bei der in Fig. 2 gezeigten Drehstellung der Kurbel 6 ist der Schließpunkt ES, wie durch die gestrichelte Linie 23 verdeutlicht wird, bereits überschritten, 15 d.h., das Einlaßventil 19 ist bereits geschlossen, so daß bei der weiteren, gegen den unteren Totpunkt UT hin gerichteten Bewegung des Kolbens 15 im Brennraum 21 keine Vergrößerung der Füllmenge, sondern lediglich ein zusätzlicher Unterdruck erzeugt wird. Dieser Unterdruck zieht nach Überschreiten des unteren Totpunkts UT den Kolben 15 nach aufwärts, 20 d.h., die zum Erzeugen des zusätzlichen Unterdrucks vom Kolben 15 aufgewendete Arbeit wird, von den Verlusten abgesehen, beim Beginn des komprimierenden Hubs wiedergewonnen. Der komprimierende Hub des Kolbens 15 beginnt also zunächst mit dem 25 Abbau des zuvor herrschenden zusätzlichen Unterdrucks und anschließendem Aufbau des Verdichtungsdrucks. Das Volumen des Verdichtungsraums des Brennraums 21 ist im Verhältnis zum Hubraumvolumen so gewählt, daß, obwohl der komprimierende Hub mit Unterdruck begonnen wird, bei Erreichen 30 des oberen Totpunkts OT der gewünschte Verdichtungsenddruck erreicht ist. Wie beim herkömmlichen Verfahren erfolgt kurz vor Erreichen des oberen Totpunkts OT die Zündung am mit ZZ bezeichneten Zündpunkt. Bei der anschließenden Verbrennung kommt es, da eine im Verhältnis zum Hubraumvolumen wesentlich herabgesetzte Füllmenge verbrannt wird, zu einer weit 35

schon innerhalb des Brennraums 21
stärkeren Expansion und damit zu einer weit verbesserten
Energieausnutzung gegenüber dem bekannten Verfahren. Da das
stärker entspannte Abgas nach der Verbrennung beim erfin-
dungsgemäßen Verfahren leichter ausgestoßen werden kann,
5 kann für das Auslaßventil der Öffnungspunkt AÖ in bestimmten Fällen beim
erfindungsgemäßen Verfahren näher beim unteren Totpunkt UT liegen als bei
dem bekannten Verfahren. Die für den jeweiligen Anwendungsfall bestgeeig-
neten Ventilsteuzeiten lassen sich beim erfindungsgemäßen Ver-
fahren, ebenso wie bei den üblichen Verfahren, durch Versuche,
10 wie sie zur Motorenoptimierung üblicherweise durchgeführt
werden, genau ermitteln.

Anstatt den zusätzlichen Unterdruck am Ende des Füllhubs
zu erzeugen, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, wo das Ein-
laßventil im Bereich des oberen Totpunktes OT geöffnet und
15 bereits lange vor Erreichen des unteren Totpunktes UT ge-
schlossen wird, könnte der zusätzliche Unterdruck durch ver-
spätetes Öffnen des Einlaßventils 19 erzeugt werden. Es könn-
te auch jeder beliebige Abschnitt zwischen oberem Totpunkt
OT und unterem Totpunkt UT als gegenüber dem Stand der Tech-
nik verkürzter Öffnungsbereich des Einlaßventils 19 vorge-
sehen sein, wenn Versuche ergeben, daß ein bestimmter, zwische-
den Punkten OT und UT liegender Bereich für einen betreffenden
Motor besonders vorteilhaft ist.

Fig. 3 zeigt einen Viertakt-Ottomotor, bei dem das Stoff
25 gemisch im Brennraum 21 mittels einer Zündkerze 31 für die
Verbrennung gezündet wird. Von der Ventilsteuering ist ledig
lich ein dem Einlaßventil 19 zugeordneter Einlaßnocken 33
dargestellt, der auf einer in üblicher Weise mit der halben
Drehzahl der Kurbelwelle 11 umlaufenden Nockenwelle ange-
30 ordnet ist. Bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel wird die
verringerte Füllung des Brennraums 21, wie bei dem Beispiel
von Fig. 2, durch während des Füllhubes nur kurzzeitig er-
folgendes Öffnen des Einlaßventils 19 erzeugt. Zu diesem

Zweck ist der Nocken 33 mit einem verhältnismäßig spitzen Nockenprofil 35 versehen, das bei der mit dem Pfeil 13 angegebenen Drehrichtung der Kurbelwelle 11 und der mit einem Pfeil 37 angegebenen Drehrichtung des Nockens 33 5 das Ventilende 39 bei der eingezeichneten Drehstellung der Kurbel 6 von 90° nach OT bereits freigegeben hat, so daß das Einlaßventil 19 durch die Wirkung seiner Ventilfeder 41 bei dieser Stellung bereits wieder geschlossen ist. Bei dem weiteren Füllhub des Kolbens 15 wird im Brennraum 10 21 in erstrebter Weise also der zusätzliche Unterdruck erzeugt.

Fig. 3 zeigt mit strichpunktierter Linie als alternative Maßnahme, die im Brennraum 21 während der Füllbewegung des Kolbens 15 den zusätzlichen Unterdruck erzeugt, eine an der 15 Einlaßöffnung vorgesehene Verengung 43, die als Drosselinrichtung beim Füllhub des Kolbens 15 einen füllungsmindernden Unterdruck erzeugt, auch wenn das Einlaßventil 19 geöffnet ist. Bei diesem mit strichpunktierter Linie angedeuteten, abgewandelten Ausführungsbeispiel kann daher auch mit den in 20 Fig. 1 dargestellten üblichen Steuerzeiten gearbeitet der zusätzliche Unterdruck also ausschließlich durch die Drosselwirkung der Verengung 43 erzeugt werden. Anstelle des mit 35 bezeichneten spitzen Profils des Nockens 33 kann dementsprechend zur Steuerung des Einlaßventils 19 ein normaler 25 Nocken mit üblichem Profil Verwendung finden.

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, das dem in Fig. 3 mit gestrichelter Linie angedeuteten Ausführungsbeispiel prinzipiell entspricht. Der die Füllmenge herabsetzende zusätzliche Unterdruck im Brennraum 21 wird also nicht durch Wahl 30 der entsprechenden Ventilsteuerzeiten des Einlaßventils 19 erreicht, sondern durch eine zusätzliche Drosselinrichtung in Form eines Drosselventils 45, das im Bereich der Einlaßöffnung des Brennraums 21 angeordnet ist, so daß sich der beim Füllhub erzeugte zusätzliche Unterdruck im wesentlichen

auf den Bereich des Brennraums 21 beschränkt. Durch Verschieben des Drosselventils 45 in Richtung seines Ventilschafts ist die Öffnungsgröße verstellbar, d.h. die Drosselwirkung steuerbar. Die Größe des zusätzlichen Unterdrucks, 5 und damit die Füllmengenbegrenzung, lässt sich somit auf den gewünschten Wert einstellen, gegebenenfalls drehzahlabhängig optimieren. Bei allen Ausführungsbeispielen, bei denen der zusätzliche Unterdruck nicht durch Wahl der Steuerzeiten des Einlaßventils 19, sondern durch eine Drosseleinrichtung an 10 der Einlaßöffnung vorgenommen wird, kann anstelle des spitzen Nockens 33 von Fig. 3 ein normaler Einlaßnocken 47 mit üblichem Nockenprofil verwendet werden.

Das in Fig. 4 als Tellerventil dargestellte Drosselventil 45 könnte durch einen Drehschieber oder ein ähnliches 15 steuerbares Absperrorgan ersetzt sein. Alternativ könnte als Drosseleinrichtung auch das Einlaßventil 19 selbst vorgesehen sein, indem ein Einlaßnocken verwendet wird, der nur einen eine begrenzte Einlaßöffnung freigebenden, sehr geringen Ventilhub erzeugt, was eine entsprechende Drosselwir- 20 kung zur Folge hat.

Bei Verbrennungsmotoren, bei denen reine Luft beim komprimierenden Hub verdichtet und der als Energieträger dienende Kraftstoff in die verdichtete Luft eingespritzt wird, also bei Zweitakt- oder Viertakt-Ottomotoren mit direkter Benzineinspritzung in den 25 Brennraum sowie bei Zweitakt- und Viertakt-Dieselmotoren, kann als Maßnahme zur Begrenzung der Füllmenge während des komprimierenden Hubs des Kolbens ein Teil der Luft aus dem Brennraum 21 abblasen werden. Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Zweitakt-Ottomotors für direkte Benzineinspritzung in den 30 Brennraum 21 mittels einer Einspritzdüse 51. Dabei ist als Abblasventil ein Drehschieber 53 vorgesehen, dessen Drehstellung arbeitstaktmäßig von der Kurbelwelle 11 steuerbar ist. Der Drehschieber 53 mündet mit einem Ablassschlitz 55

in den Brennraum 21 an einer Stelle, die oberhalb der Mündung des Überströmkanals 57 (Einlaßschlitze und Auslaßschlitze sind in Fig. 5 nicht dargestellt) gelegen ist. Während eines Teils des komprimierenden Hubs des Kolbens 15 ist der Schlitz 55 vom Kolben 15 freigegeben, so daß bei geöffnetem Drehschieber 53 Luft abgeblasen wird. Vor Annäherung des Kolbens 15 an den oberen Totpunkt wird der Schlitz 55 vom Kolben geschlossen, so daß die restliche Luft im Brennraum 21 während des verbleibenden Teils der Kolbenbewegung verdichtet wird. In die verdichtete Luft wird dann durch die Düse 51 Kraftstoff eingespritzt und durch die Zündkerze 31 gezündet. Da das Schließen des Abblaschlitzes 55 durch den Kolben selbst gesteuert ist, braucht auf die Einstellung des Schließzeitpunkts für den Drehschieber 53 selbst 15 nicht besonderes Augenmerk gerichtet zu werden.

Bei kraftstofffreie Luft verdichtenden Motoren mit einem gesteuerten Auslaßventil, also bei Viertakt-Otto-Einspritzmotoren oder Viertakt-Dieselmotoren, kann das Auslaßventil selbst als Abblasventil vorgesehen sein, das während eines Teils des komprimierenden Hubs geöffnet wird. Bei solchen Ausführungsbeispielen ist der Auslaßnocken der Ventilsteuerung mit einem zweiten Profil, das eine dem Profil 35 des Einlaßnockens 33 von Fig. 3 ähnlich spitze Gestalt besitzt, versehen, um das Auslaßventil während des komprimierenden Hubs 25 verhältnismäßig kurzzeitig zu öffnen, damit gerade so viel Luft abgeblasen wird, daß die gewünschte Verringerung der Füllmenge erreicht wird. Im übrigen können die gleichen Steuerzeiten wie bei den üblichen Verfahren angewendet werden, also beispielsweise die in Fig. 1 gezeigten Steuerzeiten, wo 30 bei lediglich während des komprimierenden Hubs zwischen dem unteren Kolben-Totpunkt UT und dem oberen Totpunkt OT das Auslaßventil 20 zusätzlich geöffnet und wieder geschlossen wird.

-20-
Leerseite

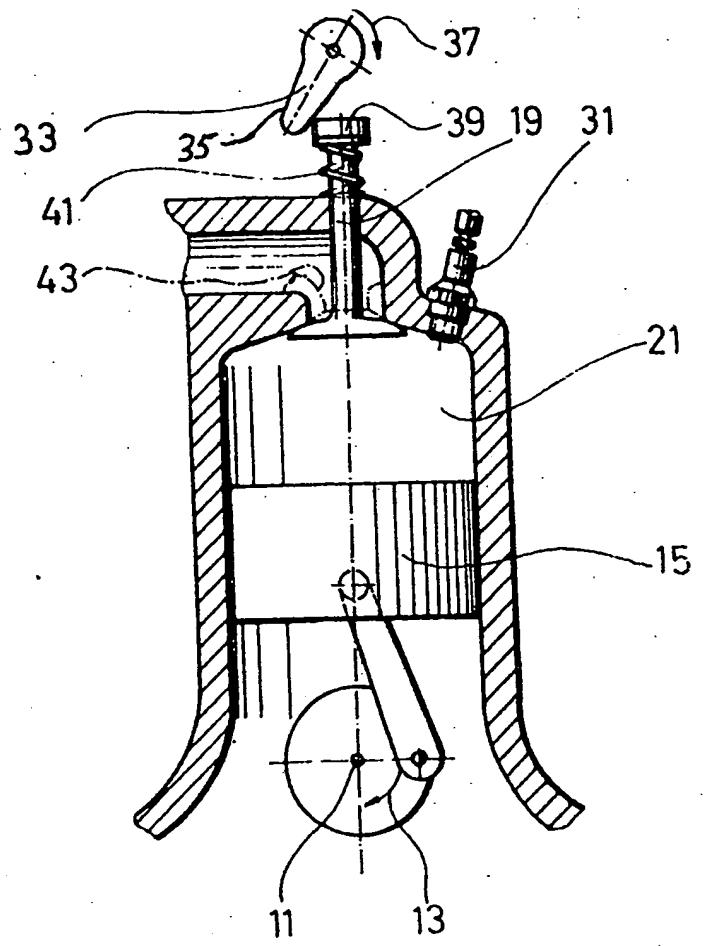


Fig.3

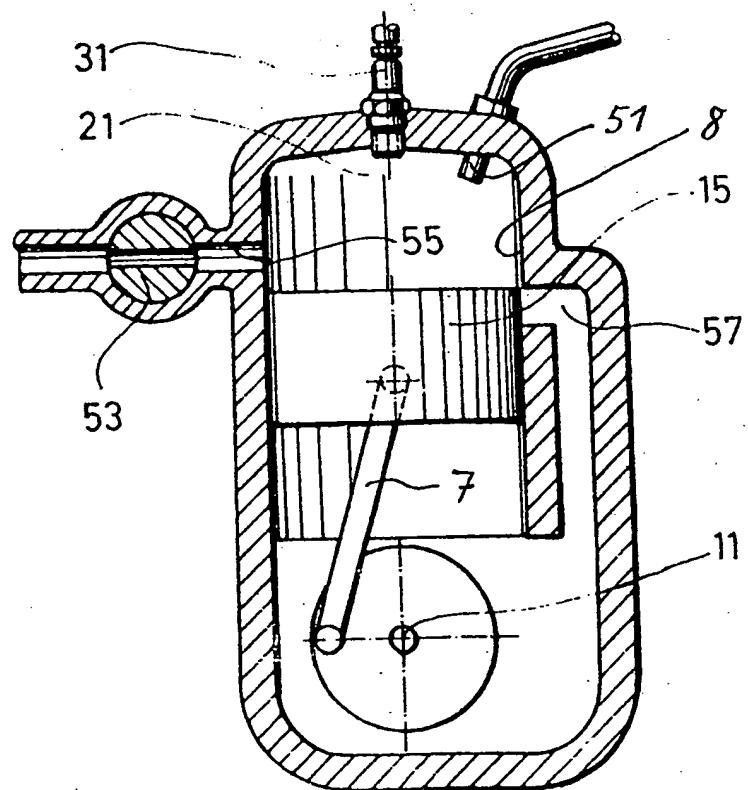
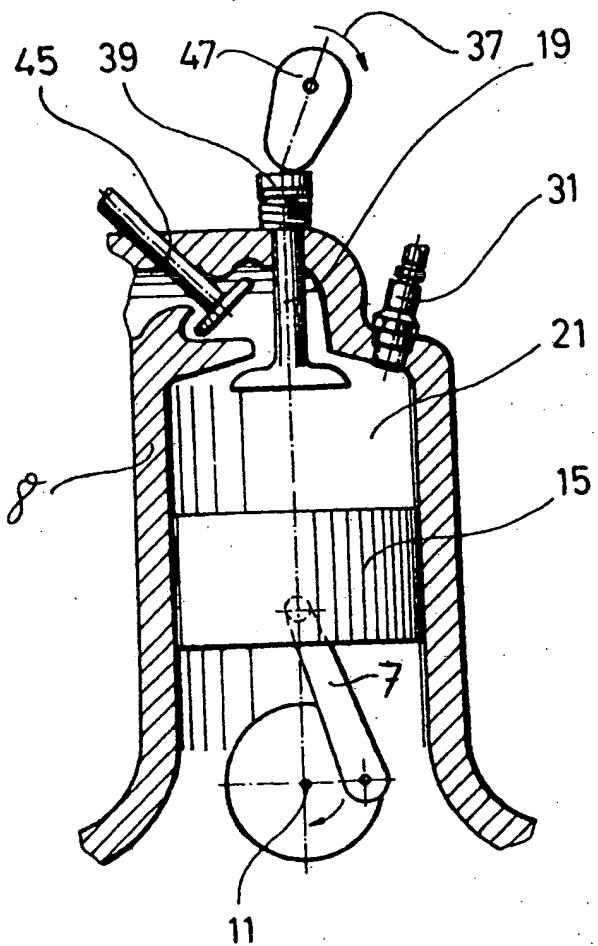


Fig.5

H. Schwenk.....

Reg.-Nr.: 126 561

Fig.4



H. Schwenk.....

3228680

Fig.1

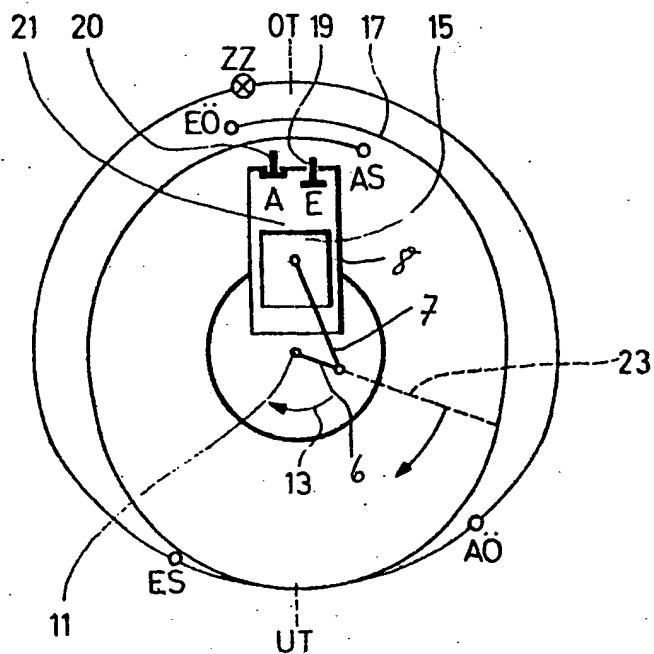
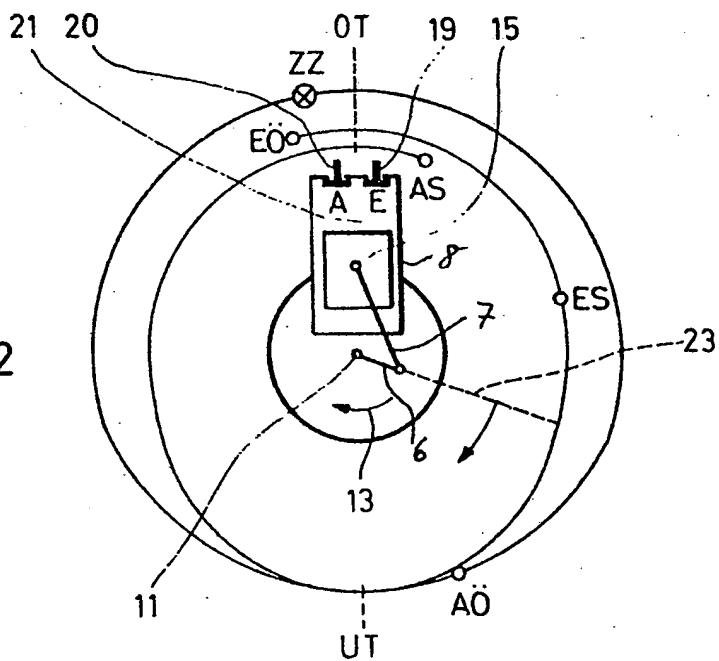


Fig.2



H. Schwenk.....

Reg.-Nr. 126 56